

- 1 -

## 明 細 書

## 輸送機械用骨格構造部材

## 技術分野

本発明は、鉄道車両、産業車両、船舶、航空機、自動車、自動二輪車等の輸送機械用骨格構造部材に関する。

## 背景技術

骨格部材に粉粒体を充填した骨格構造部材は、例えば、特開 2002-193649 公報、米国特許第 4610836 号明細書、及び米国特許第 4695343 号明細書において知られている。さらに、骨格部材にゲルを充填した骨格構造部材は、例えば、特開平 9-136681 号公報において知られている。

図 13 は、特開 2002-193649 公報に開示された骨格構造部材を構成する固形化粉粒体を示している。

図 13 を参照するに、固形化粉粒体 200 は、複数の粉粒体 201 と、これらの粉粒体 201 を固形にするために複数の粉粒体 201 のそれぞれの間に満たした樹脂、又は接着剤からなるバインダ 202 とで構成され、複数の粉粒体 201 を結合して固めたものである。粉粒体 201 を密にした状態で型に投入した後、バインダ 202 を流し込んで固形化粉粒体 200 を形成する。この固形化粉粒体 200 は、車体等の骨格部材内に挿入することで骨格構造部材が形成され、車体の強度、剛性の向上を図っている。

図 14 は、米国特許第 4610836 号明細書、及び米国特許第 4695343 号明細書に記載された骨格構造部材を構成する固形化粉粒体を示している。

骨格部材内に挿入するために複数の粉粒体を結合して固めた上記固形化粉粒体 210 は、接着剤 211 をコーティングした粉粒体としてのガラス製の複数の小球体 212 からなる。これらの小球体 212 をガラス繊維製のクロスで包み、骨格部材内に満たすことで骨格構造部材が形成される。

図 15 は、特開平 9-136681 号公報に開示された骨格構造部材を示し

- 2 -

ている。この骨格構造部材 220 は、2つのロアーパネル 221、222 間にゲル 223 を充填した構造をしている。参照番号 224 はロアーパネル 222 に開けたオリフィスであり、225 は該オリフィス 224 を塞ぐキャップである。

例えば、車両衝突等でゲル 223 に過大な圧力が発生したとき、その圧力でキャップ 225 が外れ、ゲル 223 を外部に噴出させることで衝撃エネルギーを吸収する。

以下に、骨格構造部材に荷重を加えて強制的に崩壊させる圧潰試験の方法及びこの方法で図 13～図 15 に示した従来の骨格構造部材の圧潰試験を行った結果を示す。

図 16 及び図 17 は、従来の骨格構造部材の圧潰試験の内容を示し、図 16 は圧潰状態を示し、図 17 は圧潰試験の結果を示したグラフである。

図 16 の (a) において、中空の四角形断面とした骨格部材 231 に粉粒体を充填した骨格構造部材 232 に矢印で示すように長手方向に圧縮荷重、即ち荷重  $F$  を加えて強制的に変形させる。

図 16 の (b) において、骨格構造部材 232 の変位量、詳しくは、荷重を加えるために骨格構造部材 232 の端部の変位量を  $\lambda$  とすると、変位量  $\lambda$  が大きくなるにつれて、骨格構造部材 232 は蛇腹状に座屈変形するか、図に示したような Z 字状、又はドッグレッグ状に屈曲変形する。

図 17 は、図 16 の (b) のように変形させたときの骨格構造部材の荷重  $F$  と変位量  $\lambda$  との関係を示したグラフであり、縦軸は荷重  $F$ 、横軸は変位量  $\lambda$  を表す。試料としては、内部に充填材を充填せずに骨格部材のみにした比較例 1 (未充填)、図 13 に示した粉粒体をバインダで結合した比較例 2 (粉粒体バインダ結合)、図 14 に示した小球体を接着剤で結合した比較例 3 (小球体接着剤結合)、これらの比較例 2 及び比較例 3 よりも低強度の粉粒体を充填した比較例 4 (低強度粉粒体) の 4 種である。

比較例 1 では、荷重  $F$  は小さいが、骨格部材が蛇腹状に潰れるために変位量  $\lambda$  は大きい。このときの変位量  $d_1$  は、骨格部材が潰れ切ったときの変位量であり、外部から加えたエネルギーを有効に吸収できる有効ストローク (即ち、ゼロから  $d_1$  までの変位量  $\lambda$ ) である。この有効ストローク後は荷重  $F$  が急激に増加

する。

比較例 2 ～ 比較例 4 については有効ストロークまでを示している。

比較例 1 の線と横軸とで挟まれる部分の有効ストローク範囲における面積は、比較例 1 の骨格構造部材の吸収エネルギー量を表し、この吸収エネルギー量を有効ストロークで割った値が図中の荷重  $f_1$  となる。即ち、この荷重  $f_1$  は比較例 1 の平均荷重である。

このことから、骨格構造部材の吸収エネルギー量をより増加させるには、高い平均荷重と長い有効ストロークが必要である。

比較例 2（図 13 で説明した粉粒体バインダ結合）では、平均荷重は非常に大きくなるが変位量  $\lambda$  はそれほど大きくならない。これは、粉粒体の結合が極めて強固であるために、変形の初期に、骨格構造の内部圧力が過度に上昇して Z 字状又はドッグレッグ状に屈曲し、その後は荷重が急激に減少したことによる。従って、吸収エネルギー量は比較例 1 に対してそれほど増加しない。

比較例 3（図 14 で説明した小球体接着剤結合）では、比較例 2 と同様の理由で、平均荷重は大きくなるが変位量  $\lambda$  はそれほど大きくならず、吸収エネルギー量は比較例 1 に対してあまり増加しない。

比較例 4（低強度粉粒体）では、粉粒体自体が潰れやすいために、骨格構造部材の内部圧力の上昇はそれほど急激ではなく、前述した Z 字状又はドッグレッグ状に屈曲することがないため、変位量  $\lambda$  は比較例 2 及び比較例 3 よりも大きくなるが、粉粒体が骨格構造部材内に止まるために比較例 1 よりも変形量  $\lambda$  は小さくなる。また、平均荷重は小さく、結果として、吸収エネルギー量は小さくなる。

以上の結果より、骨格構造部材の平均荷重を高め、これと同時に有効ストロークを伸ばすことは難しい。

図 15 に示した骨格構造部材 220 では、内部にゲル 223 を充填するため、骨格構造部材 220 に荷重が作用した場合に、ゲル 223 が円滑に流動してオリフィスから噴出するため、骨格構造部材 220 の変形中は内部圧力はほぼ一定に保たれる。従って、局所的な変形は発生しないので、比較的大きな荷重を大きな変位量まで維持することが可能になる。

しかし、骨格構造部材内に粉粒体を充填した場合は、粉粒体同士の摩擦力の

- 4 -

ために粉粒体の流動は上記ゲル 2 2 3 の流動に比べてスムーズに行われなから、内部圧力を一定に保つことは難しい。

この内容を以下の図 1 8 ～図 2 0 で詳細に説明する。

図 1 8 は、図 1 5 に示した骨格構造部材 2 2 0 と同様にドレイン穴を 1 つ設けて粉粒体を排出する構造にした骨格構造部材の変形状態を示している。

図 1 8 の (a) に示すように骨格構造部材 2 4 0 は、骨格部材 2 4 1 と、この骨格部材 2 4 1 内に充填した複数の粉粒体 2 4 2 と、これら粉粒体 2 4 2 を排出するために骨格部材 2 4 1 に形成したドレイン穴 2 4 3 を塞ぐキャップ 2 4 4 とからなる。

図 1 8 の (b) に示すように、骨格構造部材 2 4 0 に矢印で示すように軸長手方向の圧縮荷重、即ち荷重  $F$  を加える。これにより、骨格部材 2 4 1 の内部圧力が急激に増加し、前記粉粒体 2 4 2 は (a) に示したキャップ 2 4 4 を押し退け、ドレイン穴 2 4 3 から外部に噴出する。

図 1 8 の (c) に示すように、前記粉粒体 2 4 2 が噴出した部分の近傍の粉粒体 2 4 2 の内部圧力が低下して、骨格構造部材 2 4 0 のドレイン穴 2 4 3 に近い部分の強度が小さくなり、この部分を起点にして全体が屈曲する。これにより、骨格構造部材 2 4 0 で支えられる荷重は非常に小さくなる。従って、骨格構造部材 2 4 0 の吸収エネルギー量は少ない。

図 1 9 は、図 1 8 と同様なドレイン穴を複数個設けた骨格構造部材の変形状態を示している。

図 1 9 の (a) に示した骨格構造部材 2 5 0 は、骨格部材 2 5 1 と、この骨格部材 2 5 1 内に充填した複数の粉粒体 2 4 2 と、骨格部材 2 5 1 に形成され、粉粒体 2 4 2 が流出する複数のドレイン穴 2 5 2, 2 5 3 をそれぞれ塞ぐキャップ 2 5 4, 2 5 6 とからなる。

図 1 9 の (b) に示すように、骨格構造部材 2 5 0 に矢印で示すように軸長手方向の圧縮荷重、即ち荷重  $F$  を加える。これにより、骨格部材 2 5 1 の上部の内部圧力が急激に増加し、粉粒体 2 4 2 が (a) で示した上方のキャップ 2 5 4 を押し退け、ドレイン穴 2 5 2 から外部に噴出する。

図 1 9 の (c) に示すように、前記粉粒体 2 4 2 が噴出した部分の近傍の粉

- 5 -

粒体 2 4 2 の内部圧力が低下し、骨格構造部材 2 5 0 のドレイン穴 2 5 2 に近い部分の強度が小さくなって、この部分を起点にして全体が屈曲する。

更に荷重 F が加わると、骨格部材 2 5 1 の下部の内部圧力が増加して、粉粒体 2 4 2 が (b) に示した下方のキャップ 2 5 6 を押し退け、ドレイン穴 2 5 3 から外部に噴出するため、(d) に示すように、ドレイン穴 2 5 3 に近い部分を起点にして屈曲する。

このように、ドレイン穴 2 5 3 に近い部分で屈曲が発生し、全体が折れ曲がるため、荷重が著しく変動し、結果的に吸収エネルギー量は増加しない。

図 2 0 は、図 1 8 及び図 1 9 に示した骨格構造部材 2 4 0、2 5 0 の圧潰試験を示したグラフである。

ドレイン穴を 1 ケ所設けた比較例 5 (骨格構造部材 2 4 0) では、荷重 F は小さく、変位量  $\lambda$  の最大値も小さいため、吸収エネルギー量は少ない。

ドレイン穴を複数ヶ所設けた比較例 6 (骨格構造部材 2 5 0) では、荷重 F が大きく変動しながら比較的大きな変位量  $d_2$  まで変位する。

グラフ中の  $f_2$  は比較例 2 の平均荷重であり、それほど大きくないために、結果として吸収エネルギー量はさほど多くならない。

そこで、輸送機械用骨格構造部材の吸収エネルギー量をより増大する技術が望まれる。

#### 発明の開示

本発明においては、輸送機械の骨格部材内の空間及び／又は骨格部材とその周囲のパネル部材とで囲まれる空間に複数の粉粒体が充填された骨格構造部材であって、前記空間の内部圧力が増大したとき、該内部圧力が過度に上昇するの抑制するため、前記複数の粉粒体が移動可能な粉粒体流動許容部が該粉粒体に近接して設けられたことを特徴とする輸送機械用骨格構造部材が提供される。

このように、骨格部材の内部圧力が増加したとき、粉粒体が移動可能な粉粒体流動許容部を粉粒体に近接して設け、骨格部材の内部圧力が過度に上昇するのを抑えるようにしたので、骨格構造部材に外部から荷重が働き、粉粒体を充填した空間の内部圧力が増大しても、その圧力の増大に伴って粉粒体は粉粒体流動許

- 6 -

容部へ移動する。このため、空間の内部圧力が過度に上昇せず、骨格構造部材が折れ曲がるなどの局所的な変形が発生するのを防止することができ、大きな変位量まで大きな荷重を支えることができる。その結果、本発明の骨格構造部材の吸収エネルギー量はより増大する。

本発明における前記粉粒体流動許容部は、好適には、前記骨格部材の内部に設けられ、中空部を有する中空部形成部材で形成される。該中空部形成部材は、例えば実施の例によると、断面閉空間を有する。前記中空部形成部材は、蛇腹形状をした部材であってもよい。さらに、前記中空部形成部材は、前記骨格構造部材に荷重が掛かる端部から他端部に向けて拡開する壁部を有する部材であってもよい。

さらに、本発明の粉粒体流動許容部は、前記骨格部材の内部に設けられた発泡材から構成するようにしてもよく、また、前記複数の粉粒体よりも強度の弱い粉粒体から構成するようにしもよい。

さらにまた、上記粉粒体流動許容部としては、前記骨格部材の内部に設けられた長さが異なる複数の許容部から構成するようにしてもよい。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 実施例に係る骨格構造部材の斜視図である。

図 2 は、図 1 の 2-2 線に沿った断面図である。

図 3 は、図 1 の 3-3 線に沿った断面図である。

図 4 A、図 4 B 及び図 4 C は、第 1 実施例の骨格構造部材の圧潰試験時の変形を示した図である。

図 5 A 図 5 B は、第 1 実施例の骨格構造部材の変形の原理を説明するため、比較例と、実施例とを比較した図である。

図 6 は、第 1 実施例の骨格構造部材の圧潰試験を行ったときの荷重と変位量との関係を示したグラフである。

図 7 A～図 7 D は、本発明の第 2 実施例に係る骨格構造部材の構成図、圧潰試験の状態図、及び変形時の荷重と変位量との関係を示したグラフである。

図 8 A 及び図 8 B は、本発明の第 3 実施例に係る骨格構造部材と、その変形

- 7 -

例を示した断面図である。

図 9 A 及び図 9 B は、本発明の第 4 実施例に係る骨格構造部材の断面図である。

図 10 及び図 10 B は、本発明の第 5 実施例に係る骨格構造部材とその変形例を示した断面図である。

図 11 は、本発明の第 6 実施例に係る骨格構造部材の断面図である。

図 12 A 及び図 12 B は、本発明の第 7 実施例に係る骨格構造部材とその変形例を示した断面図である。

図 13 は、第 1 の従来 of 骨格構造部材を示した断面図である。

図 14 は、第 2 の従来 of 骨格構造部材を示した断面図である。

図 15 は、第 3 の従来 of 骨格構造部材を示した断面図である。

図 16 は、従来 of 骨格構造部材の変形状態を示した図である。

図 17 は、図 16 で示した骨格構造部材が変形した際の荷重と変位量との関係を示したグラフである。

図 18 は、粉粒体が流通するためのドレインを骨格構造部材に 1 つ形成したときの変形状態を示した図である。

図 19 は、粉粒体が流通するためのドレイン穴を骨格構造部材に複数形成したときの変形状態を示した図である。

図 20 は、図 18 及び図 19 で示した骨格構造部材の圧潰するときの荷重と変位量との関係を示したグラフである。

#### 発明を実施するための最良の形態

図 1、図 2 及び図 3 は、本発明の第 1 実施例に係る骨格構造部材を示している。図 1 に示すように、第 1 実施例の輸送機械用骨格構造部材 12（以下、単に「骨格構造部材 12」と記す。）は、中空状の骨格部材 11 内に複数の粉粒体を充填した構造をしている。参照番号 13、13 は骨格部材 11 の両端を塞ぐ端部閉塞部材である。

前記骨格構造部材 12 は、図 2 に示すように、空間 16 に複数の粉粒体 17 が充填された骨格部材 11 と、該骨格部材 11 の内部に配置された粉粒体流動許

容部 1 4 とからなる。

この粉粒体流動許容部 1 4 は、第 1 実施例においては中空部形成部材 1 5 からなる。該中空形成部材 1 5 は中空部 1 8 を有する。

図 3 に示すように、骨格部材 1 1 は、断面 U 字状の 2 つの骨格半体 2 1, 2 1 と、その周縁に一体に形成されたフランジ 2 1 a, 2 1 a とからなる。2 つの骨格半体 2 1, 2 1 は、断面閉空間となるよう互いに合わせて、フランジ 2 1 a, 2 1 a で中空部形成部材 1 5 と共に接合される。

中空部形成部材 1 5 は、断面 U 字状の 2 つの形成部材半体 2 2, 2 2 と、その周縁に一体に形成されたフランジ 2 2 a, 2 2 a とからなる。2 つの形成部材半体 2 2, 2 2 は、断面閉空間を形成するよう互いに合わされてフランジ 2 2 a, 2 2 a で骨格部材 2 1 のフランジ 2 1 a, 2 1 a に接合される。

形成部材半体 2 2 は、骨格半体 2 1 よりも強度を小さくした、例えば、板厚を小さくすることで変形し易くした部材である。

図 4 A ~ 図 4 C は、第 1 実施例の骨格構造部材の圧潰試験時の変形状態を示している。

図 4 A に示すように、骨格構造部材 1 2 の軸長手方向に圧縮荷重としての荷重 F を加える。このときに荷重を加えるための押圧部材（図示せず）のストローク、即ち押圧部材の下方への変位量を  $\lambda$  とする。

図 4 B に示すように、骨格構造部材 1 2 に荷重 F が作用すると、粉粒体 1 7 が充填されている骨格構造部材 1 2 の上部空間 1 6 に内部圧力が発生する。これは、空間 1 6 内に粉粒体 1 7 が詰められているためである。

図 4 C に示すように、骨格構造部材 1 2 が変位量  $\lambda$  だけ変位すると、荷重を加えた方向に直交する方向の荷重が大きくなり、矢印で示すように複数の粉粒体 1 7 が中空部形成部材 1 5 を押圧して該形成部材 1 5 の上部内側、つまり中空部 1 8 側に変形させ、複数の粉粒体 1 7 は中空部 1 8 側に移動する。中空部形成部材 1 5 ほどではないが、骨格部材 1 1 も外方に変形する。

従って、空間 1 6 の内部圧力は過度に上昇せず、ほぼ所定の内部圧力を維持するから、中空部形成部材 1 5 及び骨格部材 1 1 は局部的に変形せず、屈曲することはない。



- 9 -

この後、内部圧力の大きくなる部分は次第に骨格構造部材 1 2 の下方に徐々に移り、骨格部材 1 1 及び中空部形成部材 1 5 は上述と同様に変形を続け、エネルギーを吸収する。

外部から作用する荷重が大きくて、空間 1 6 の内部圧力が更に大きくなれば、中空部形成部材 1 5 は破損、例えば該形成部材 1 5 に亀裂が発生し、その裂け目から前記粉粒体 1 7 が中空部 1 8 内に流れ込み、空間 1 6 の内部圧力の過度の上昇を防止する。

図 5 A 及び図 5 B は、第 1 実施例の骨格構造部材の変形原理を説明するため、比較例と対比して示している。

図 5 A は比較例であり、粉粒体 2 6 1 を空間 2 6 2 に充填した骨格構造部材 2 6 3 と、粉粒体圧力  $P$ （即ち、骨格構造部材 2 6 3 に軸圧縮荷重  $F$  を加えたときに、軸圧縮荷重  $F$  の向きに直交する方向の粉粒体 2 6 1 同士に作用する圧力であり、空間 2 6 2 の内部圧力である。）と距離  $L$ （空間 2 6 2 の上端位置から下端位置側への距離）との関係を表したグラフとを示している。

比較例の骨格構造部材 2 6 3 に軸圧縮荷重  $F$  を加えると、空間 2 6 2 の内部圧力が増加する。即ち、骨格構造部材 2 6 3 の荷重  $F$  を加えた点を加重点 2 6 4 とすると、この加重点 2 6 4 に近い粉粒体 2 6 1 の圧力  $P$  は非常に大きく、距離  $L$  が増すにつれて、粉粒体圧力  $P$  は小さくなる。これは、気体あるいは液体と違って、粉粒体 2 6 1 では、隣り合う粉粒体 2 6 1 同士の間、及び粉粒体 2 6 1 と骨格構造部材 2 6 3 の壁面との間に大きな摩擦力が発生するためであり、粉粒体圧力  $P$  は骨格構造部材 2 6 3 内で一様にならず、加重点 2 6 4 から離れると急激に低下する。

これに対して、本実施例では、図 5 B に示すように、骨格構造部材 1 2 に軸圧縮荷重  $F$  を加えると、中空部形成部材 1 5 が矢印で示すように中空部 1 8 側に変形するために粉粒体圧力  $P$  は過度に上昇せず、加重点 2 4 に近い空間 1 6 の端部に発生する最大の粉粒体圧力  $p_2$  は、比較例の最大の粉粒体圧力  $p_1$  よりも  $\Delta p$  だけ低下する。即ち、粉粒体圧力  $P$  は距離  $L$  が大きくなるにつれて減少するものの、比較例よりも一定になろうとする。

このように、骨格構造部材 1 2 に、中空部形成部材 1 5 のような低剛性部あ

- 10 -

るいは脆弱部と、該中空部形成部材 15 の変形を許容する中空部 18、即ち、中空部形成部材 15 の壁面及び粉粒体 17 が移動できる中空部 18（中空部形成部材 15 が破損したときは粉粒体 17 が流入する中空部 18）を設けておけば、粉粒体圧力  $P$  が上昇しようとするときに空間 16 内の過度の圧力上昇を防止することができる。

図 6 は、第 1 実施例の骨格構造部材の圧潰試験を行ったときの荷重  $F$  と変位量  $\lambda$  との関係を示したグラフである。

粉粒体が移動可能な中空部（移動可能空間）を設けた実施例 1 では、その平均荷重を  $f_3$  とすると、この平均荷重  $f_3$  は、比較例 6（ドレイン穴複数ヶ所）の平均荷重  $f_2$  よりも大きく、しかも、実施例 1 の変位量  $\lambda$  の最大が大きい、即ち有効ストロークが長いため、各比較例に比べて吸収エネルギー量をより増大させることができる。

なお、本実施例では、図 3 に示したように、骨格部材 11 として断面 U 字状の 2 つの半体を合わせて断面閉空間を形成する四角形状の部材を示しているが、本発明においてはこれに限らず、例えば断面 U 字状の開放部分を有する骨格部材と、開放部分を閉鎖する骨格部材周辺のパネル部材とで閉空間を形成するようにしてもよい。すなわち、本発明においては、骨格部材内の空間及び／又は骨格部材とその周辺のパネル部材とで囲まれる空間に複数の粉粒体を充填する。

図 5 A 及び図 5 B で説明したように、本発明は、輸送機械の骨格部材 11 内の空間及び／又は骨格部材 11 とその周囲のパネル部材とで囲まれる空間に複数の粉粒体 17 を充填した骨格構造部材 12 であって、前記空間 16 の内部圧力が増加したときに、前記粉粒体 17 が流動可能な粉粒体流動許容部 14 を前記空間 16 内の前記粉粒体 17 に近接して設けることで、前記空間 16 の内部圧力が過度に上昇するのを抑えたことを特徴とする。

空間 16 の内部圧力が増加したときに粉粒体 17 が移動可能な中空部 18 を前記空間 16 に近傍して設けることにより、例えば、骨格構造部材 12 に外部から軸圧縮荷重が作用したとき、粉粒体 17 を充填した空間 16 の内部圧力が増加しても、その圧力の増加に伴って粉粒体 17 は中空部 18 側へ移動するため、空間 16 の内部圧力が過度に上昇せず、骨格構造部材 12 が折れ曲がるなどの局部

的な変形が発生するのを防止することができ、大きな変位量まで大きな荷重を支えることができ、従来に比較して、骨格構造部材 1 2 の吸収エネルギー量をより増加させることができる。

従って、例えば、車両衝突時の衝撃エネルギーを骨格構造部材 1 2 で効果的に吸収することができる。

図 7 A ～ 図 7 D は、本発明の第 2 実施例に係る骨格構造部材、及び圧潰試験の状態を示している。

図 7 A は、骨格部材 3 1 の内部に粉粒体流動許容部 1 4 である中空部形成部材 3 2 を取付け、これらの骨格部材 3 1 と中空部形成部材 3 2 との間の空間 3 3 に複数の粉粒体 1 7 を充填し、中空部形成部材 3 2 に中空部 3 4 を設けた骨格構造部材 3 5 を示す。

図 7 B において、骨格部材 3 1 単体に軸圧縮荷重  $F$  を加えて骨格部材 3 1 を強制的に変形させる。 $\lambda$  は変位量である。

図 7 C において、中空部形成部材 3 2 単体に軸圧縮荷重  $F$  を加えて中空部形成部材 3 2 を強制的に変形させる。

図 7 D は、図 7 B 及び図 7 C で変形させたときの荷重  $F$  と変位量  $\lambda$  との関係を示したグラフである。

グラフ中の実線が骨格部材、破線が中空部形成部材の結果である。例えば、骨格部材への荷重  $F$  の 2 番目のピーク（即ち、極大値）が発生する変位量  $\lambda$  を  $d_5$  とし、骨格部材の波長を  $W$  としたときに、中空部形成部材への荷重  $F$  の 2 番目のピーク（即ち、極大値）が発生する変位量  $\lambda$  を、骨格部材の変位量  $d_5$  から  $W/2$  だけ大きな変位量である  $d_6$  となるように位相がずれるように設定にすれば、骨格部材への荷重と中空部形成部材への荷重とを加えたときに、一点鎖線に示した荷重  $F$  と変位量  $\lambda$  との関係が得られる。即ち、この線が図 7 A に示した第 2 実施例の骨格構造部材 3 5 の特性であり、荷重変動は小さくなる。

上記のような位相差を持たせる手段としては、(1) 中空部形成部材の断面寸法を骨格部材の  $1/2$  にする方法、(2) 中空部形成部材にビード（*bead*：溶着金属の層）やノッチ（*notch*：V 字状の切込み）を設ける方法、(3) 骨格部材と中空部形成部材とのそれぞれの先端（即ち、荷重が作用する端部）をずら

して組み立てる方法がある。

図 8 A 及び図 8 B は、本発明の第 3 実施例に係る骨格構造部材を示している。

図 8 A に示した第 3 実施例の骨格構造部材 40 は、骨格部材 11 と、この骨格部材 11 の内部に設けた粉粒体流動許容部 42 とからなる。骨格部材 11 と粉粒体流動許容部 42 との間の空間 43、つまり骨格部材 11 の空間 43 には複数の粉粒体 17 が充填される。前記粉粒体流動許容部 42 は発泡部材 45 からなる。

発泡部材 45 としては、ポリウレタン、発泡アルミニウム等からなる。該発泡部材 45 は、例えばフィルム状の収納部材に収納される。

骨格構造部材 40 に軸圧縮荷重を加えると、空間 43 の内部圧力が増加し、粉粒体 17 は発泡部材 45 の壁面を押圧し、該発泡部材 45 による反力に抗して該発泡部材 45 の壁面を内側へ変形させる。その結果、空間 43 の内部圧力はほぼ一定になる。

このとき骨格構造部材 40 に作用する軸圧縮荷重が大きければ、空間 43 の内部圧力が更に大きくなり、発泡部材 45 の壁面に亀裂が発生して、その裂け目から粉粒体 17 が発泡部材 45 中に流れ込み、前記空間 43 内の過度の圧力上昇を防止する。

図 8 B に示した骨格構造部材 50 は、図 8 A に示した骨格構造部材 40 の変形例であり、骨格部材 11 と、この骨格部材 11 の内部に設けた粉粒体流動許容部 42 とからなる。骨格部材 11 と粉粒体流動許容部 42 間には粉粒体 17 が充填される。粉粒体流動許容部 42 は中空粉粒体 51 からなる。

中空粉粒体 51 は、例えば、低沸点の炭化水素からなる芯物質（液体又は固体）を微粒化し、この芯物質を熱可塑性樹脂製の被膜で被覆した（即ち、殻で包み込んだ）、いわゆる「マイクロカプセル」を加熱することにより、芯物質を気化させ被膜（即ち、殻）を軟化させ膨張させて造る。上記中空粉粒体 51 は、例えばフィルム状の収納部材に充填される。

骨格構造部材 50 に軸圧縮荷重を加えると、空間 43 の内部圧力が増加し、粉粒体 17 は粉粒体流動許容部 42 の壁面を押圧し、中空粉粒体 51 による反力に抗して粉粒体流動許容部 42 の壁面を内側へ変形させる。

このとき、粉粒体流動許容部 42 内に初めに充填する膨張前のマイクロカプ

- 13 -

セルの量を調整すれば、加熱してマイクロカプセルが膨張した後の粉粒体流動許容部 4 2 の内部圧力を調整することができる。従って、粉粒体 1 7 による押圧力に抗する中空粉粒体 5 1 の反力は変更可能となり、空間 4 3 の内部圧力を調整することができる。

このように、上記粉粒体流動許容部 4 2 に、粉粒体 1 7 よりも圧縮されやすい粉粒体を充填しておけば、空間 4 3 の内部圧力が上昇したとき、粉粒体流動許容部 4 2 の壁面は、圧縮されやすい前記粉粒体側に変形される。

図 9 A 及び図 9 B は、本発明の第 4 実施例に係る骨格構造部材を示している。

図 9 A において、第 4 実施例の骨格構造部材 6 0 は、空間 6 3 に充填された複数の粉粒体 1 7 を有する骨格部材 1 1 と、この骨格部材 1 1 の内部設けられた粉粒体流動許容部 6 1 とからなる。この実施例の粉粒体流動許容部 6 1 は、縦断面が蛇腹状の中空部形成部材 6 2 からなる。この中空部形成部材 6 2 は中空部 6 4 を有する。

蛇腹状中空部形成部材 6 2 は、軸圧縮荷重を加えたときの変形の周波（即ち、周期的に繰り返される同じ波形）の形状に予め形成された部材である。

骨格構造部材 6 0 に軸圧縮荷重  $F$  を加えると、空間 6 3 の内部圧力が増加し、図 9 B に示したように、変位量が  $\lambda 2$  になると、粉粒体 1 7 は中空部形成部材 6 2 の壁面を押圧する。蛇腹状中空部形成部材 6 2 は変形の周波に形成してあるから、該中空部形成部材 6 2 の壁面はスムーズに周波の振幅が大きくなるよう中空部 6 4 側へ変形する。

これに伴って、骨格部材 1 1 も蛇腹状中空部形成部材 6 2 とほぼ同様の形状に変形する。この結果、骨格構造部材 6 0 の変形中は粉粒体 1 7 の圧力がほぼ一定に保たれ、且つ荷重の変動も小さく、大きな荷重を大きな変位量まで維持し、骨格構造部材 6 0 の吸収エネルギー量が増す。

図 1 0 A 及び図 1 0 B は、本発明の第 5 実施例に係る骨格構造部材を示している。

図 1 0 A に示す第 5 実施例の骨格構造部材 7 0 は、空間 7 3 に充填された複数の粉粒体 1 7 を有する骨格部材 1 1 と、この骨格部材 1 1 の内部に設けられた粉粒体流動許容部 7 1 とからなる。粉粒体流動許容部 7 1 は、中空部 7 4 を有す

る中空部形成部材 7 2 からなる。該中空部形成部材 7 2 は、縦断面がテーパ状となっている。

ここで、図 2 で示した骨格部材 1 1 の端部閉塞部材 1 3、1 3 を、荷重を作用させる側の端部閉塞部材 1 3 a 及び他方の端部閉塞部材 1 3 b とすると、テーパ状中空部形成部材 7 2 は、端部閉塞部材 1 3 a 側から端部閉塞部材 1 3 b に至る方向へ拡開したテーパ壁 7 6、7 6 を有する。

図 5 B で説明したように、粉粒体圧力  $P$  は加重点 2 4 から遠ざかるにつれて低下するから、図 10 A において、例えば、端部閉塞部材 1 3 a に軸圧縮荷重を加えたとき、空間 7 3 の内部圧力は、端部閉塞部材 1 3 a 側から端部閉塞部材 1 3 b 側へ次第に小さくなる。このため、複数の粉粒体 1 7 が充填された空間 7 3 の横断面の面積を端部閉塞部材 1 3 a 側から端部閉塞部材 1 3 b 側へ向かうに従って徐々に小さくすれば、空間 7 3 の内部圧力、即ち上記した粉粒体 1 7 同士に作用する圧力（即ち、粉粒体圧力）を一定にすることができる。

図 10 B に示した骨格構造部材 8 0 は、図 10 A に示した第 5 実施例に係る骨格構造部材 7 0 の変形例を示している。この変形例の骨格構造部材 8 0 は、縦断面をテーパ状とした骨格部材 1 1 と、この骨格部材 1 1 の内部に設けられた粉粒体流動許容部 8 1 とからなる。骨格構造部材 8 0 の空間 8 3 には複数の粉粒体 1 7 が充填されている。粉粒体流動許容部 8 1 は、内部に中空部 8 4 を有する中空部形成部材 8 2 からなる。

骨格部材 1 1 は、両端部を塞ぐ端部閉塞部材 8 6、8 7 を有し、荷重を加える側の一方の端部閉塞部材 8 6 側から他方の端部閉塞部材 8 7 に至る方向に向けて狭くなるよう形成されたテーパ壁 8 8、8 8 を有する。この骨格構造部材 8 0 の内部に働く圧力は、図 10 A に示した骨格構造部材 7 0 と同じである。

図 1 1 は、本発明の第 6 実施例に係る骨格構造部材を示している。

骨格構造部材 9 0 は、空間 9 3 内に充填された複数の粉粒体 1 7 を有する骨格部材 1 1 と、この骨格部材 1 1 の内部に設けられた粉粒体流動許容部 9 2 とからなる。

粉粒体流動許容部 9 2 は、骨格部材 1 1 の長手方向において長さが異なる中央の第 1 許容部 9 5 と、第 1 許容部 9 5 の両側に配置された第 2 許容部 9 6、9

6と、第2許容部96、96の外側に配置された第3許容部97、97からなる。

これら第1許容部95、第2許容部96、96、及び第3許容部97、97は、例えば膜部材或いはフィルムで形成された空間である。

骨格部材11の端部閉塞部材13、13（図2参照）を、荷重を作用させる側の端部閉塞部材13aとし、他方の端部閉塞部材13bとすると、第1許容部95、第2許容部96、96、及び第3許容部97、97は、それぞれ端部閉塞部材13b側で端部の位置が揃っている。

これらの第1許容部95、第2許容部96、96、第3許容部97、97のそれぞれの長さを $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ とすると、 $L_1 > L_2 > L_3$ であり、それぞれの横断面積は同一である。

例えば、端部閉塞部材13Aに軸圧縮荷重を加えたときに、空間93の内部圧力は、端部閉塞部材13a側から端部閉塞部材13b側へ向けて次第に小さくなるため、粉粒体17を充填した空間93の横断面の面積を、前記複数の許容部95、96、96、97、97を配置することで端部閉塞部材13a側から端部閉塞部材13b側へ向けて段階的に小さくすることで、空間93の内部圧力、即ち上記した粉粒体17同士に作用する圧力はほぼ一定になる。

図12A及び図12Bは、本発明の第7実施例に係る骨格構造部材を示している。

図12Aに示した第7実施例の骨格構造部材110は、骨格部材11と、この骨格部材11の内部に設けられた粉粒体充填部材112とからなる。粉粒体充填部材112は断面矩形状の壁部112aで囲繞された閉空間113を有し、該空間113内に複数の粉粒体17が充填されている。

骨格部材11と粉粒体充填部材112との間には、空間からなる粉粒体流動許容部114が形成される。

骨格構造部材110の端部に軸圧縮荷重が加わると、粉粒体充填部材112の閉空間113に複数の粉粒体17が詰まっているため、粉粒体充填部材112の内部圧力が高くなる。そして、粉粒体17が粉粒体充填部材112の壁部112aを押圧して該壁部112aを外側、即ち空間からなる粉粒体流動許容部114側に変形させて破壊し、粉粒体17は粉粒体流動許容部114に流動する。結

- 16 -

果として骨格構造部材 110 全体の内部圧力は一定に保たれ、吸収エネルギーは増大する。

図 12B に示す骨格構造部材 120 は、図 12A に示した第 7 実施例の骨格構造部材 110 の変形例を示している。

この変形例の骨格構造部材 120 は、骨格部材 11 と、この骨格部材 11 の内部に設けられた粉粒体充填部材 122 とからなる。この粉粒体充填部材 122 は、四隅部分が切り欠かれた断面クロス状の壁部 122a で囲繞された閉空間 123 を有し、該空間 123 内に複数の粉粒体 17 が充填されている。

骨格部材 11 と粉粒体充填部材 122 との間、つまり該粉粒体充填部材 122 が切り欠かれた四隅部分には、空間からなる粉粒体流動許容部 124 が形成される。

上記変形例の骨格構造部材 120 の作用は、図 12A に示した骨格構造部材 110 と同様である。

本実施例では、(1) 骨格部材と粉粒体流動許容部とで囲まれる空間、あるいは粉粒体充填部材内の空間に粉粒体を充填した例を示したが、本発明は、これに限らず、(2) 骨格部材とその周囲のパネル部材とで囲まれる空間に粉粒体を充填するようにしてもよく、上記の (1)、(2) の両方の空間に粉粒体を充填するようにしてもよい。

#### 産業上の利用可能性

本発明の骨格構造部材は、骨格構造部材の吸収エネルギー量が増大するため、鉄道車両、産業車両、船舶、航空機、自動車、自動二輪車などの輸送機械に用いられる骨格構造部材に適している。



- 17 -

### 請 求 の 範 囲

1. 輸送機械の骨格部材内の空間及び／又は骨格部材とその周囲のパネル部材とで囲まれる空間に複数の粉粒体が充填された骨格構造部材であって、

前記空間の内部圧力が増加したとき、該内部圧力が過渡に上昇するのを抑制するため、前記複数の粉粒体が移動可能な粉粒体流動許容部が該粉粒体に近接して設けられたことを特徴とする輸送機械用骨格構造部材。

2. 前記粉粒体流動許容部は、前記骨格部材の内部に設けられ、中空部を有する中空部形成部材からなることを特徴とする請求項 1 に記載の骨格構造部材。

3. 前記中空部形成部材は、蛇腹形状をしていることを特徴する請求項 2 に記載の骨格構造部材。

4. 前記中空部形成部材は、前記骨格構造部材に荷重が掛かる端部から他端部に向けて拡開する壁部を有することを特徴とする請求項 2 に記載の骨格構造部材。

5. 前記粉粒体流動許容部は、前記骨格部材の内部に設けられた発泡材からなることを特徴とする請求項 1 に記載の骨格構造部材。

6. 前記粉粒体流動許容部は、前記骨格部材の内部に設けられ、前記複数の粉粒体よりも強度の弱い粉粒体からなることを特徴とする請求項 1 に記載の骨格構造部材。

7. 前記粉粒体流動許容部は、前記骨格部材の内部に設けられた長さが異なる複数の許容部からなることを特徴とする請求項 1 に記載の骨格構造部材。

1/11

图 1

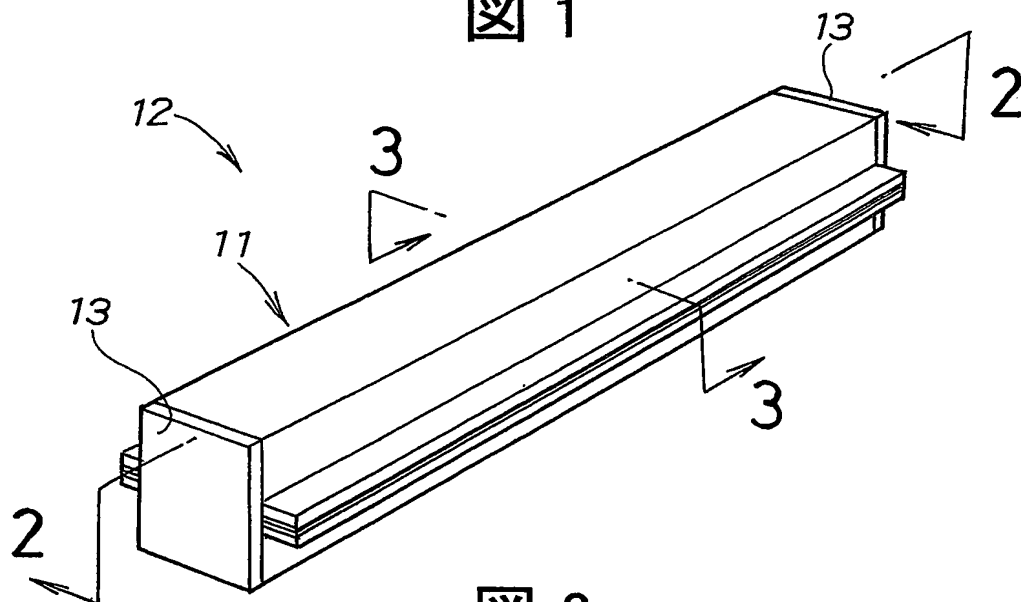
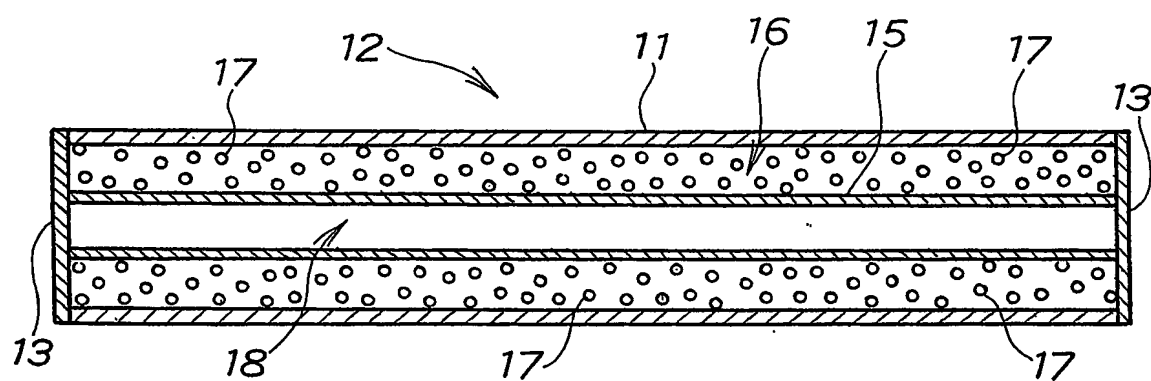


图 2



**図 3**

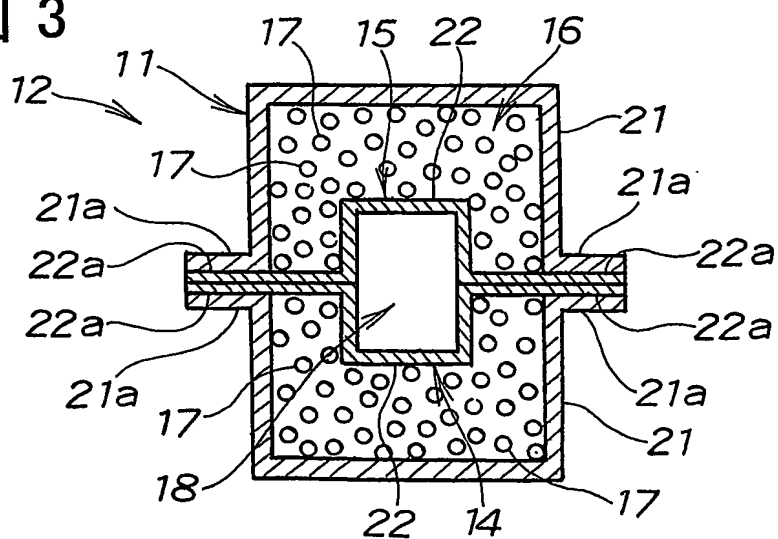


図 4A

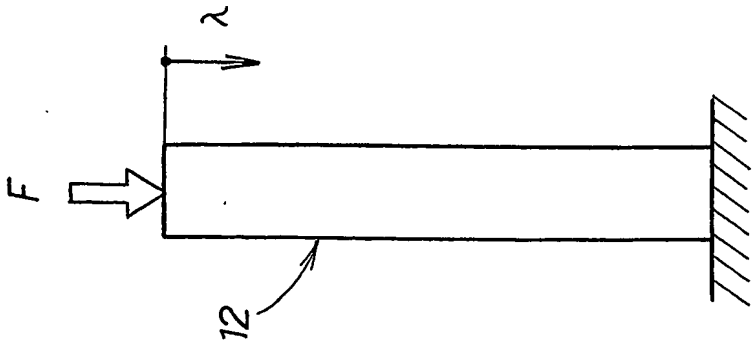


図 4B

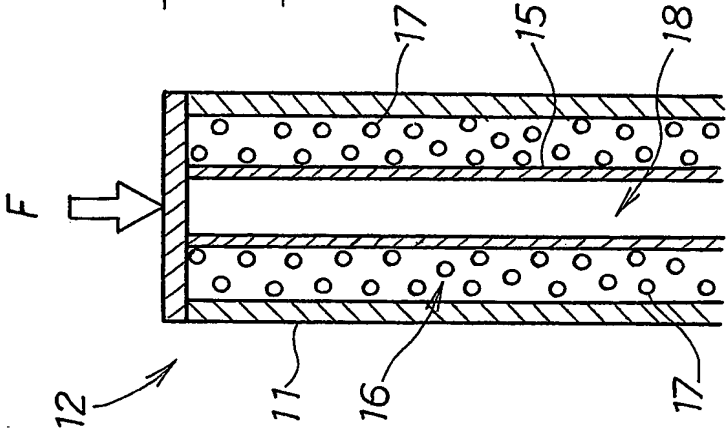
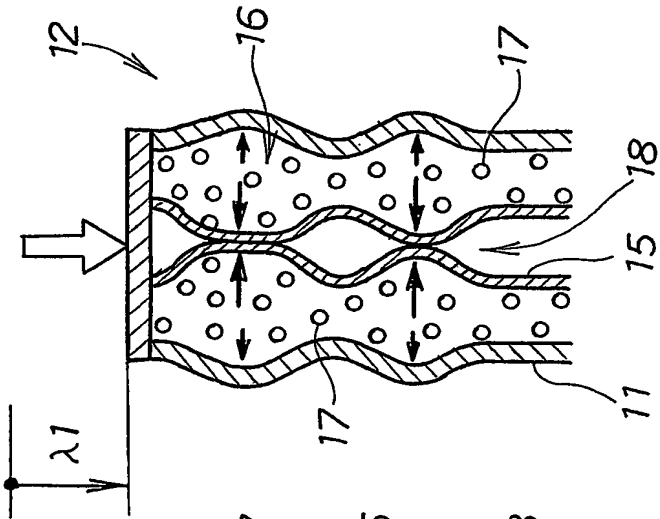


図 4C



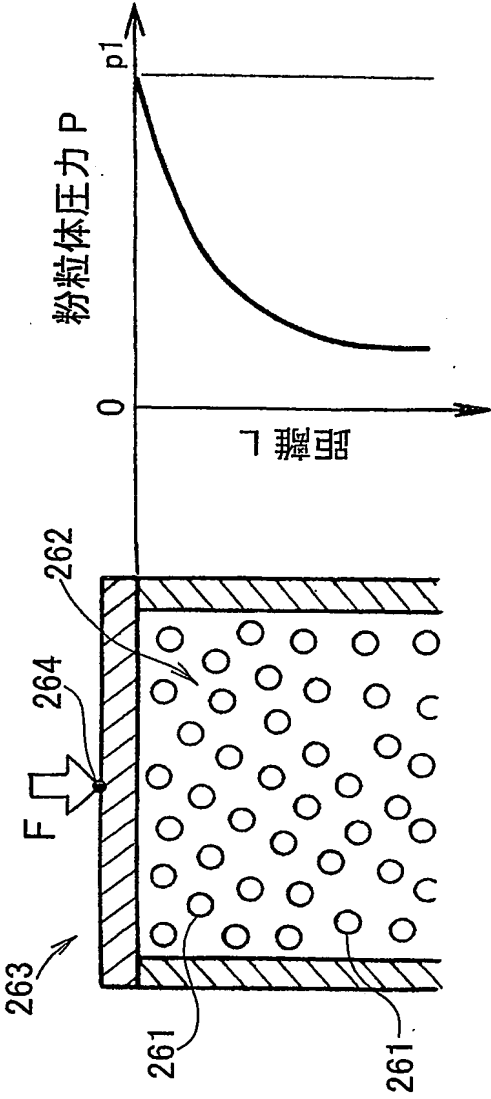


図 5A  
(比較例)

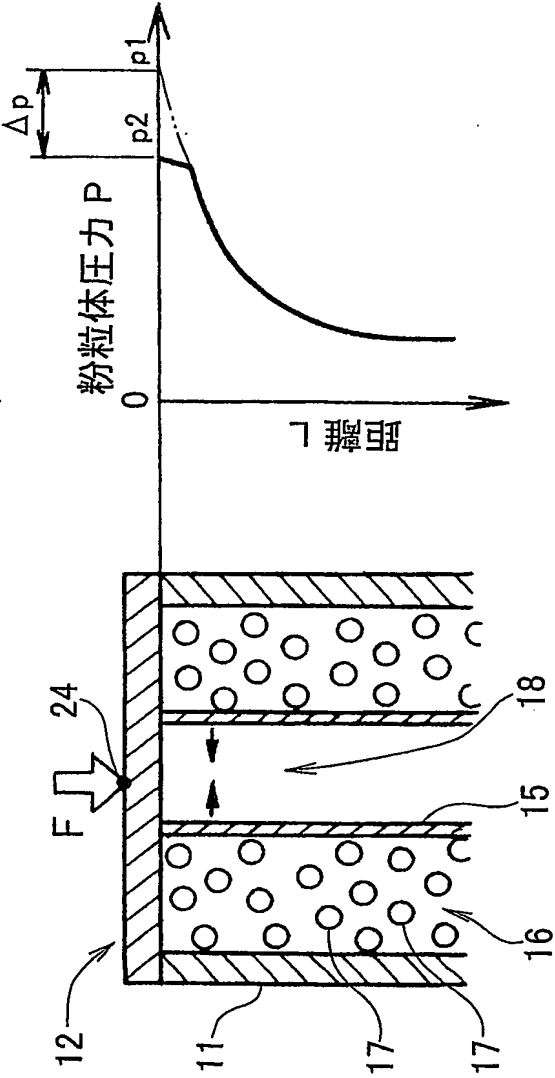


図 5B  
(実施例)

図 6

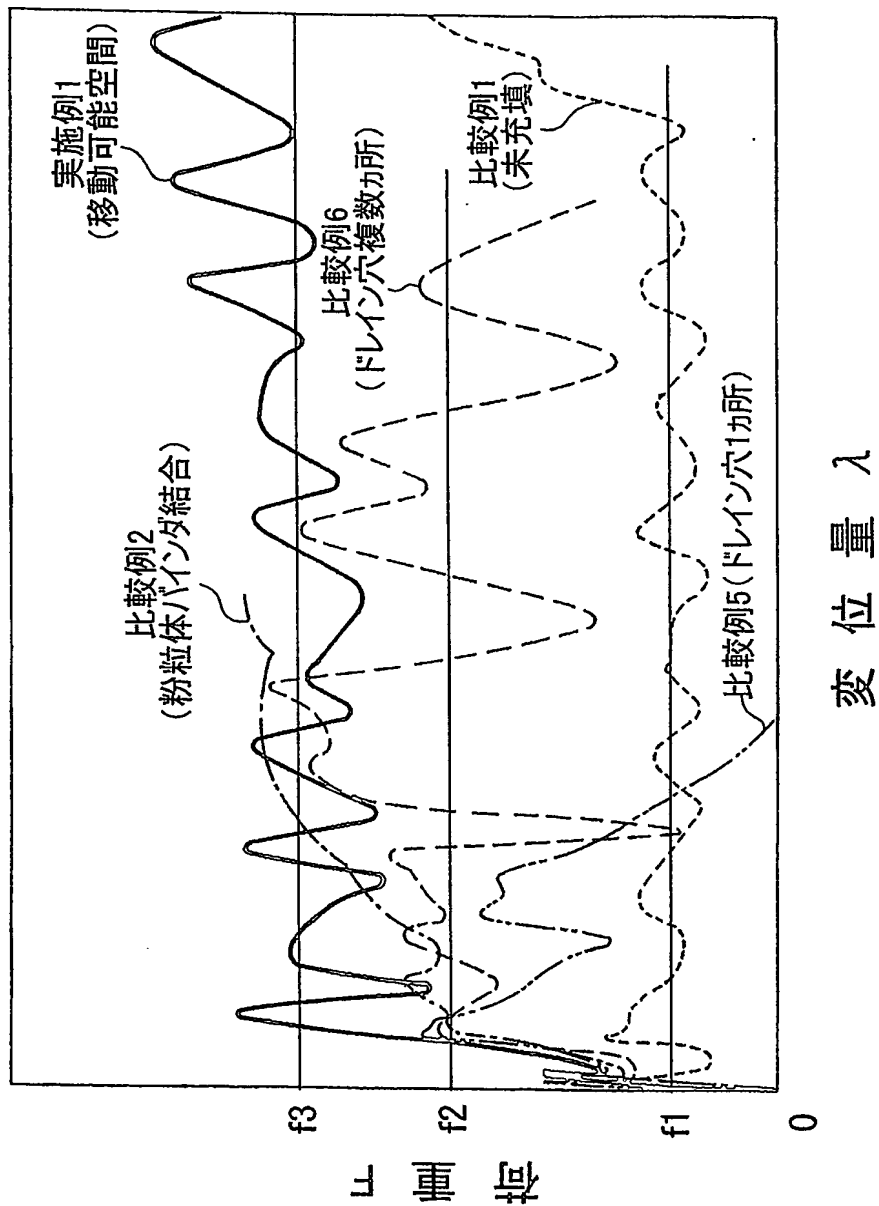


図 7A

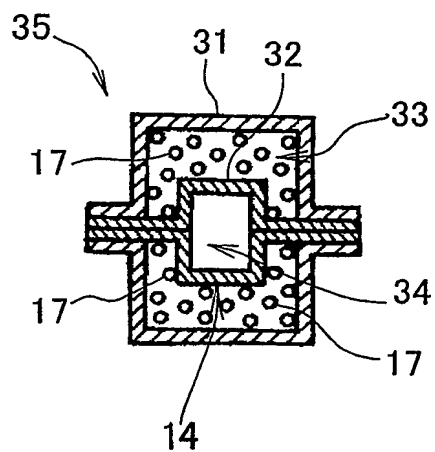


図 7B

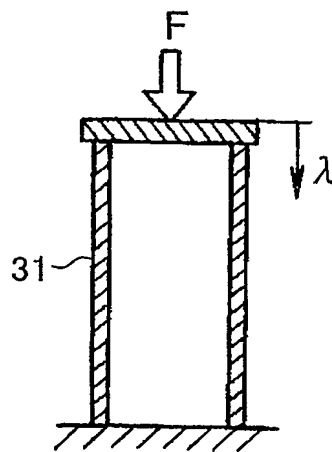


図 7C

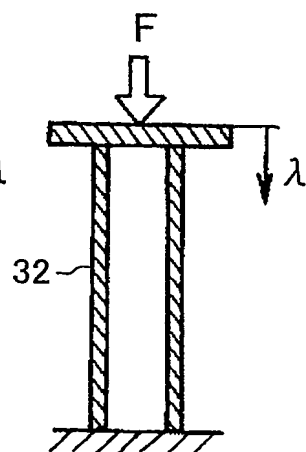
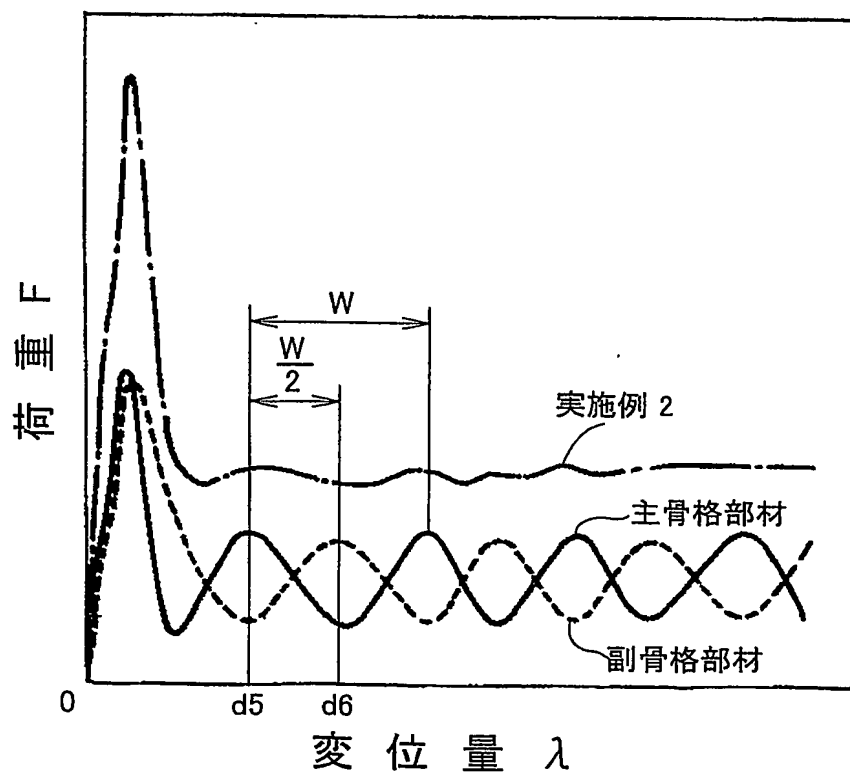


図 7D



6/11

図 8A

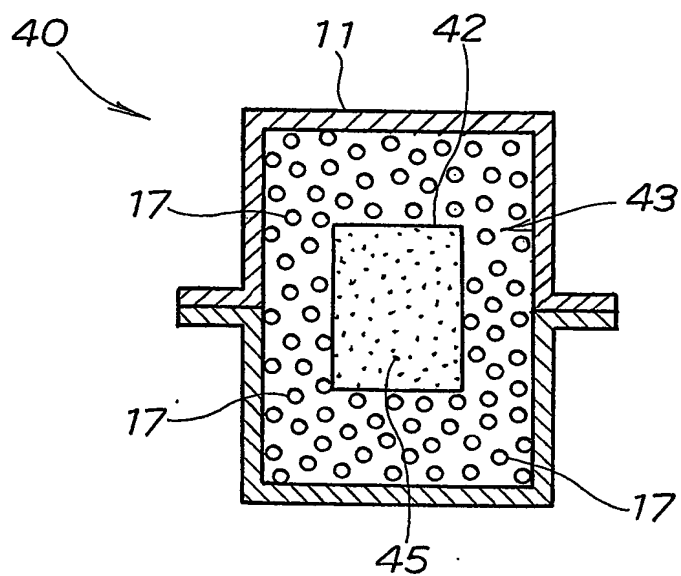


図 8B

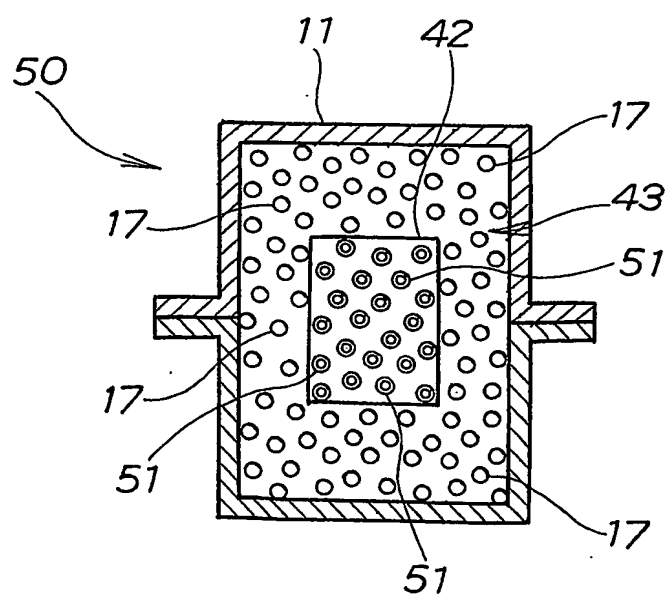


図 9A

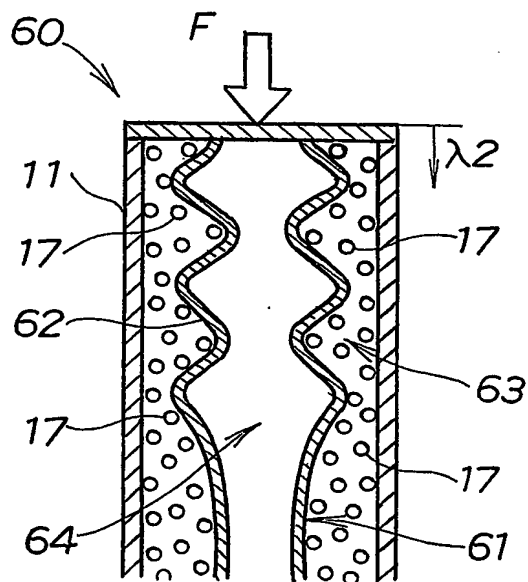


図 9B

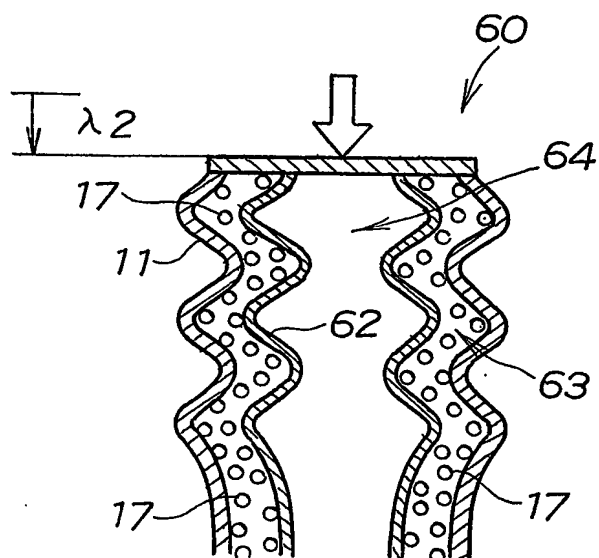


図 10A

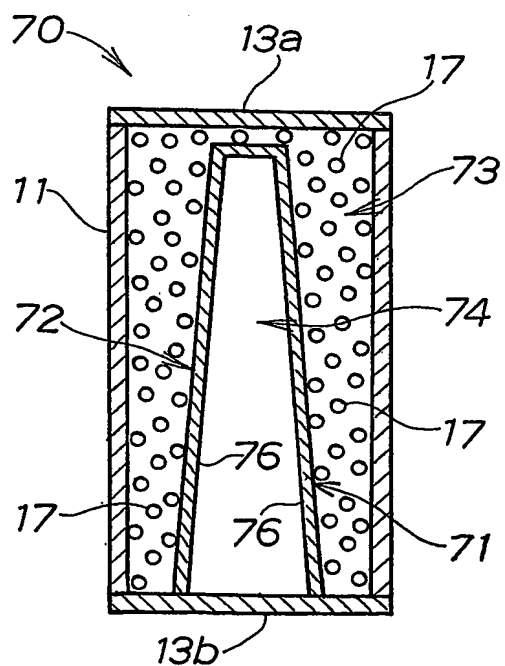
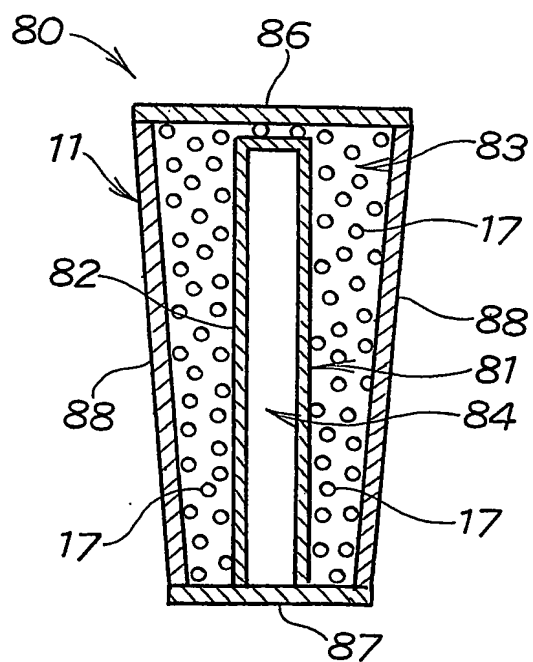


図 10B





8/11

図 11

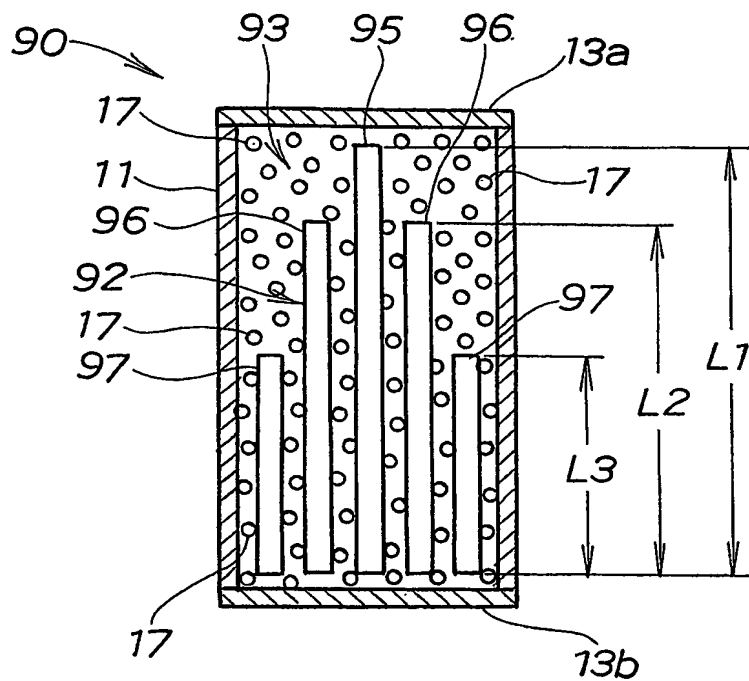


図 12A

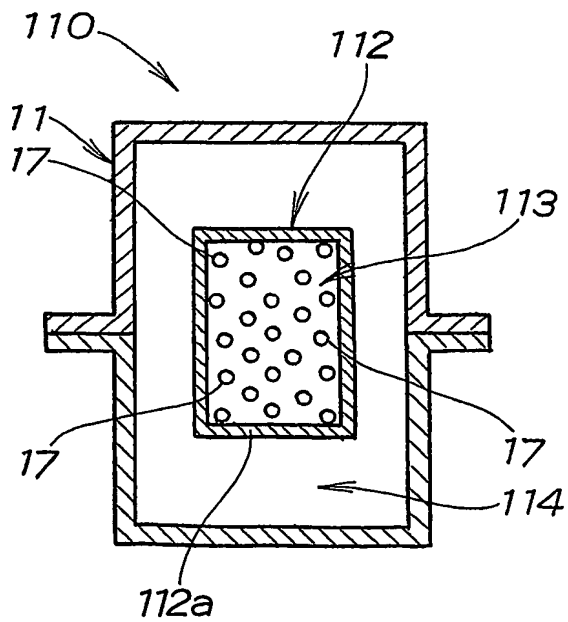
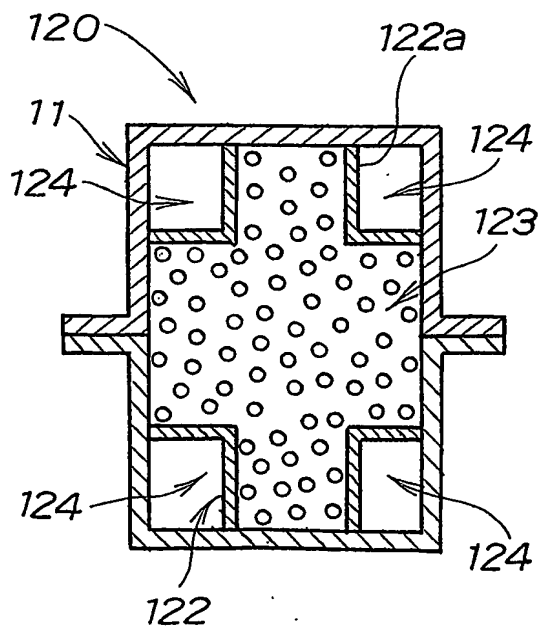


図 12B



9/11

図 13

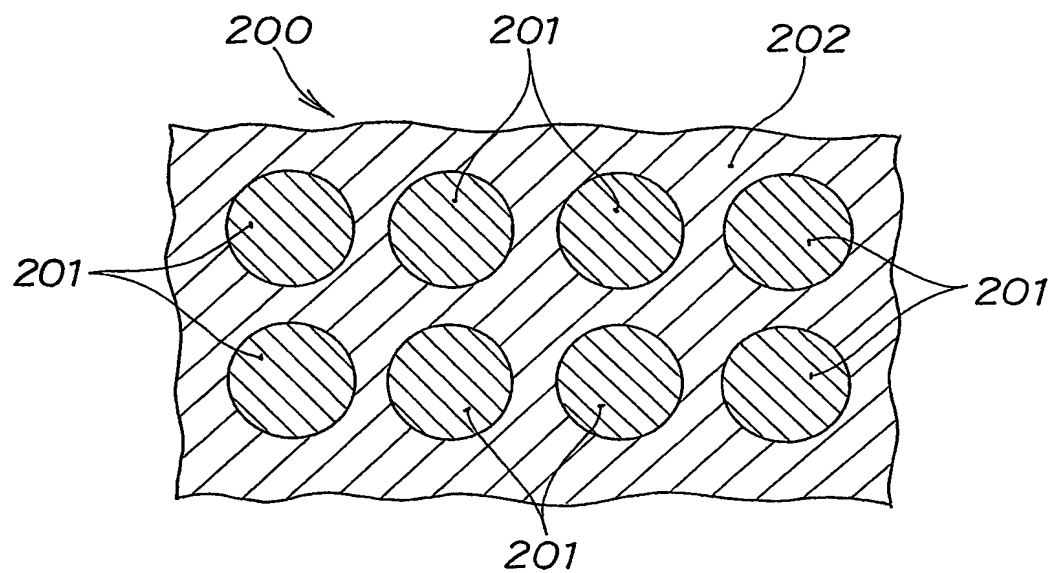


図 14

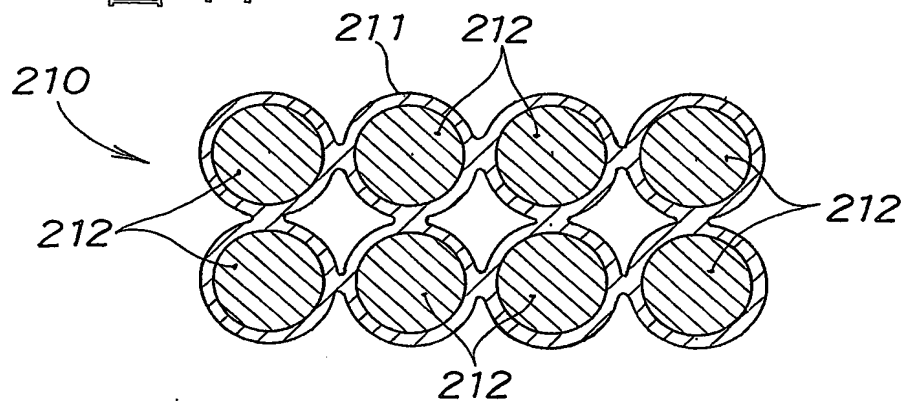
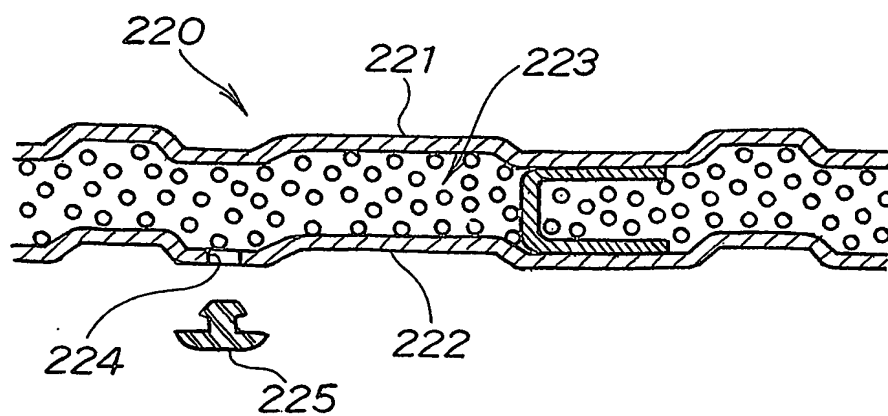


図 15



10/11

図 16

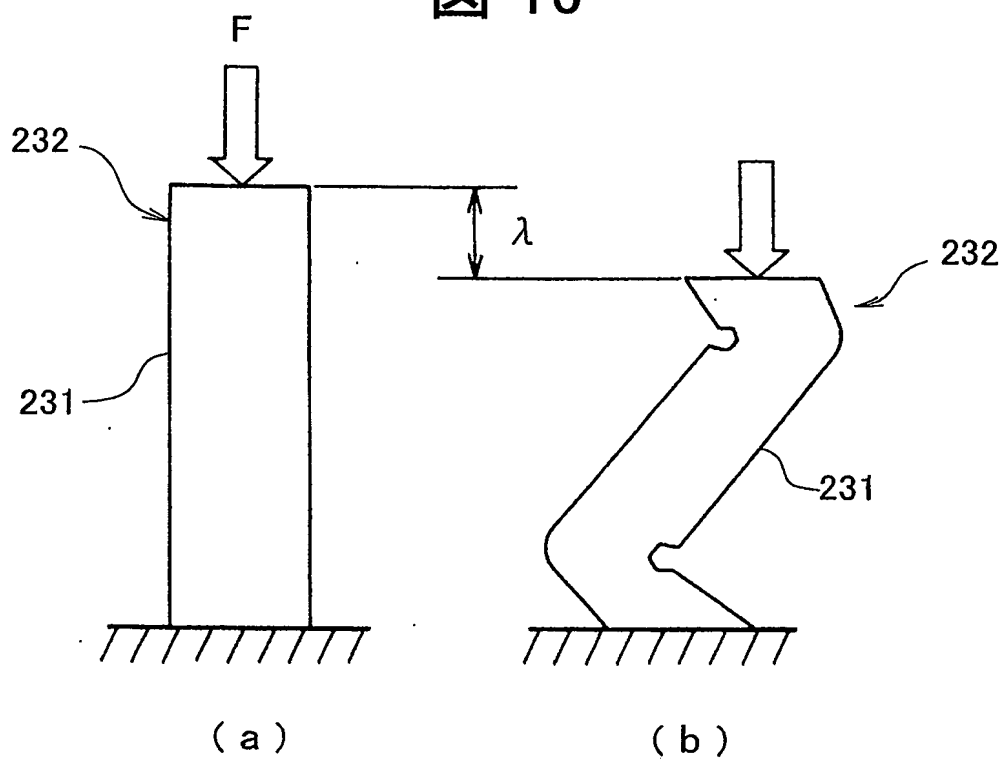
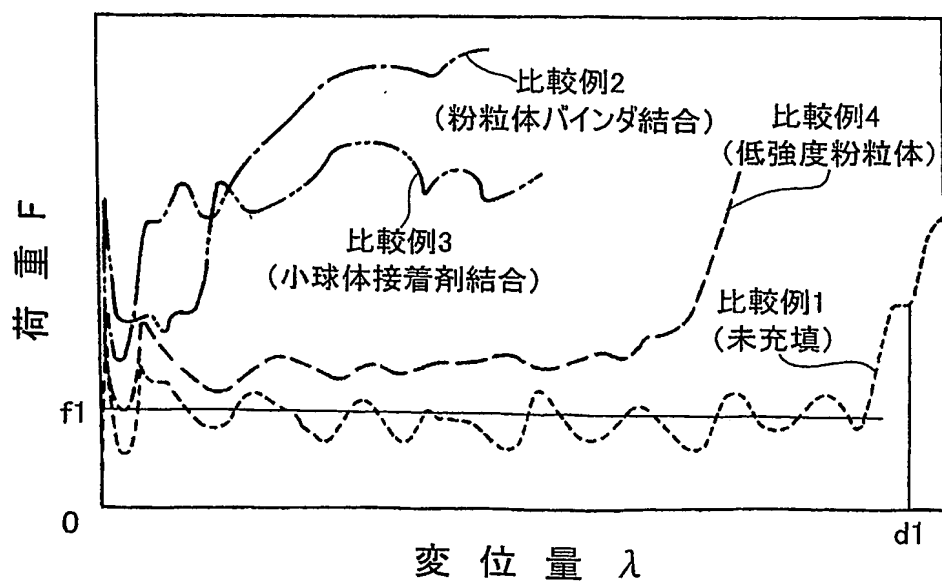


図 17



11/11

図 18

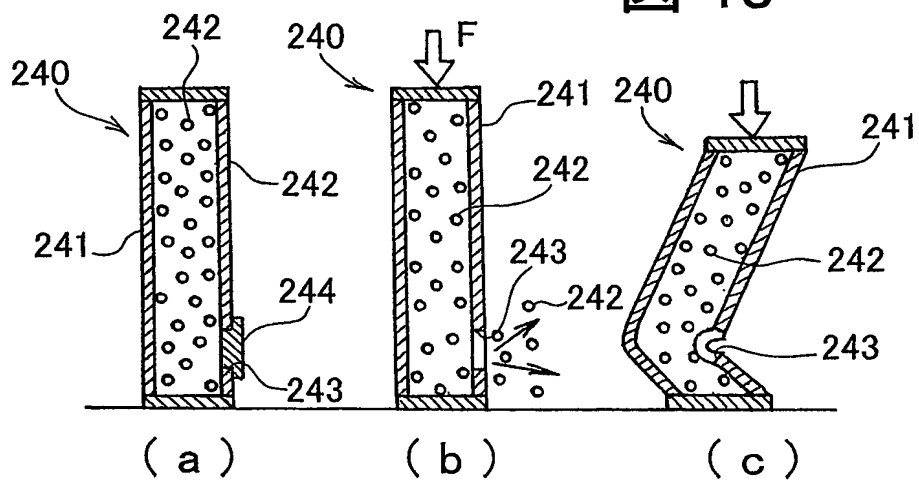


図 19

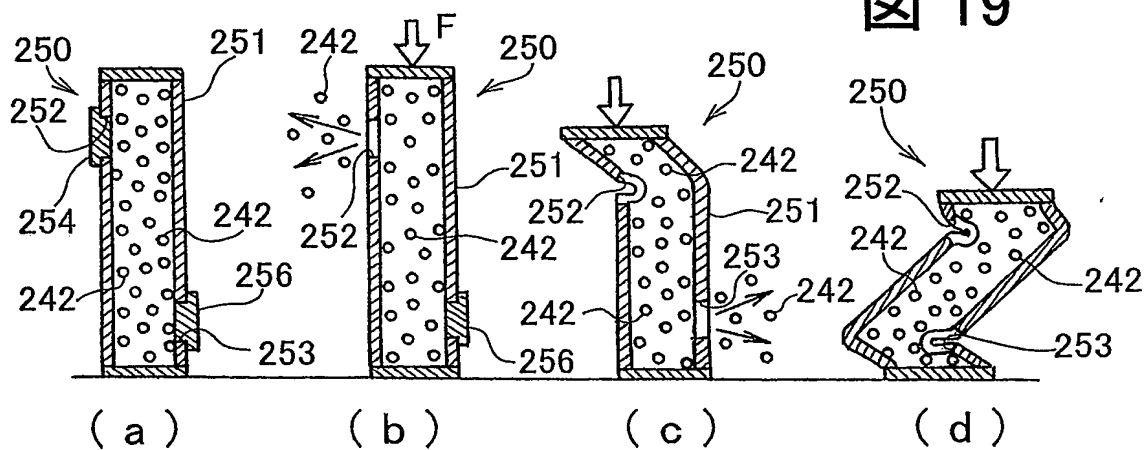
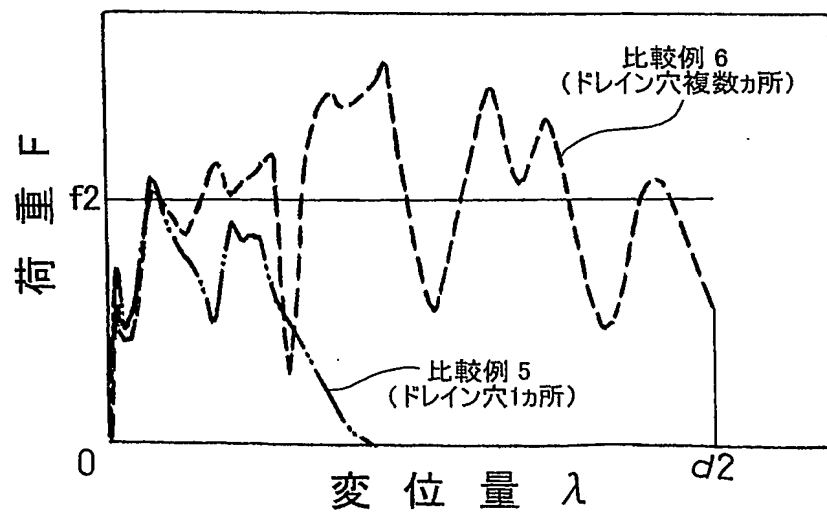


図 20



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009208

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F16F7/12, F16F7/00, B62D25/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F16F7/00-7/14, B62D25/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-274471 A (Toyoda Gosei Co., Ltd.), 03 October, 2000 (03.10.00), Par. Nos. [0016] to [0017]; Fig. 5 (Family: none)	1, 2
Y A	JP 7-16867 A (Inoac Corp.), 20 January, 1995 (20.01.95), Par. No. [0006]; Fig. 1 (Family: none)	1-4, 7 5, 6
Y	JP 61-149633 A (Cubic Engineering Kabushiki Kaisha), 08 July, 1986 (08.07.86), Page 1, lower right column, line 19 to page 2; drawings (Family: none)	1-4, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
28 September, 2004 (28.09.04)Date of mailing of the international search report  
12 October, 2004 (12.10.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009208

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 56-34188 Y2 (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd., Daiwabo Co., Ltd.), 13 August, 1981 (13.08.81), Page 3, left column, line 5 to right column, line 9; Figs. 2 to 3 (Family: none)	1-4, 7
A	JP 49-27772 A (Shuji MURAO), 12 March, 1974 (12.03.74), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-4, 7
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 79799/1992 (Laid-open No. 37006/1994) (Aisin Keikinzoku Co., Ltd.), 17 May, 1994 (17.05.94), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-4, 7

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> F16F7/12, F16F7/00, B62D25/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup> F16F7/00-7/14, B62D25/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2000-274471 A (豊田合成株式会社) 2000. 10. 03, 段落番号【0016】乃至【0017】, 第 5図参照 (ファミリーなし)	1, 2
Y A	J P 7-16867 A (株式会社イノアックコーポレーショ ン) 1995. 01. 20, 段落番号【0006】, 第1図 (ファ ミリーなし)	1-4, 7 5, 6
Y	J P 61-149633 A (株式会社キュービツクエンジニア リング) 1986. 07. 08, 第1頁右下欄第19行乃至第2頁	1-4, 7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 09. 2004

国際調査報告の発送日

12.10.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤村聖子

3W

9425

電話番号 03-3581-1101 内線 3366

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	図 (ファミリーなし)	
Y	J P 56-34188 Y2 (株式会社豊田自動織機製作所, 大和紡績株式会社) 1981. 08. 13, 第3頁左欄第5行乃至同頁右欄第9行, 第2-3図 (ファミリーなし)	1-4, 7
A	J P 49-27772 A (村尾修治) 1974. 03. 12, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-4, 7
A	日本国実用新案登録出願4-79799号 (日本国実用新案登録出願公開6-37006号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (アイシン軽金属株式会社) 1994. 05. 17, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-4, 7